

NOTA TÉCNICA

Sistema NextGen de predicción de sequías para el oeste de Sudamérica

Insumos, métodos y selección de la configuración operacional por mes de inicialización

Autor: Dr. Ángel G. Muñoz — Chief Science Officer, Alisios Corporation

Proyecto: ARAUCLIMA – Sequías-ANDES (CIIFEN · AECID)

Resultados en línea: <https://crc-osa.ciifen.org/spei/>

Julio 2026

Esta nota resume, para un lector general, cómo funciona el sistema NextGen de predicción de sequías desarrollado por Alisios Corporation para CIIFEN: qué datos usa, qué métodos aplica, y —sobre todo— cómo la distribución de habilidad predictiva entre los distintos experimentos determinó la configuración operacional que hoy emite pronósticos cada mes.

1. Insumos

El sistema predice dos **índices de sequía estandarizados**: el SPEI-1 (escala mensual) y el SPEI-3 (escala trimestral). El SPEI (Índice Estandarizado de Precipitación-Evapotranspiración) resume, en una única cifra, cuán seco o húmedo está un lugar respecto a su normal histórica: valores negativos indican sequía, positivos indican condiciones húmedas.

Para anticipar estos índices, el sistema usa como **predictores** los pronósticos estacionales del modelo SEAS5 del Centro Europeo (ECMWF), en tres variantes: temperatura superficial del mar (TSM), precipitación (PRCP), y la combinación de ambas (TSM+PRCP). La TSM captura las grandes señales climáticas —como El Niño— que gobiernan la variabilidad regional; la precipitación aporta la señal local más directa. La Figura 1 muestra los dominios geográficos de predictores y predictando.

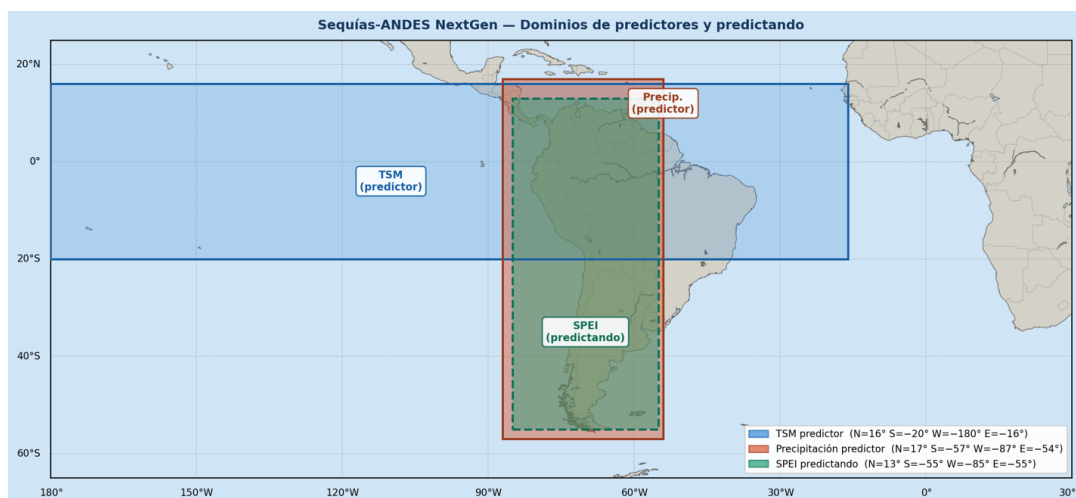


Figura 1. Dominios de los predictores (TSM y precipitación) y del predictando (SPEI).

2. Métodos

El motor estadístico es la **Climate Predictability Tool (CPT)**, que relaciona los patrones de los predictores con los del predictando mediante dos técnicas: el Análisis de Correlación Canónica (CCA) y la Regresión de Componentes Principales (PCR). Combinando 2 escalas de SPEI $\times$ 3 tipos de predictor $\times$ 2 métodos, resultan **12 configuraciones (“análisis”) por mes de inicialización**; sobre los 12 meses del año, 144 experimentos por escala.

Cada configuración se entrena con el período 1991–2020 y se evalúa de dos formas complementarias: por **validación cruzada** (deja-uno-fuera sobre el período de entrenamiento) y por **verificación independiente fuera de muestra (PFV)** sobre 2021–2025, cinco años que el modelo nunca “vio” durante el entrenamiento. Esta última es la prueba decisiva de habilidad real.

El pronóstico final es **probabilístico**: para cada punto se emite la probabilidad de las categorías seca, normal y húmeda (terciles), junto con un valor esperado y sus límites de incertidumbre.

3. Distribución de habilidad entre experimentos

El corazón del diseño es entender **qué configuración funciona mejor, en qué mes y para qué escala**. La Figura 2 muestra la habilidad de validación cruzada (correlación de Pearson, con transformación de Fisher-z y promedio espacial ponderado) de las 12 configuraciones a lo largo del año. El azul indica habilidad alta; el rojo, habilidad nula o negativa.

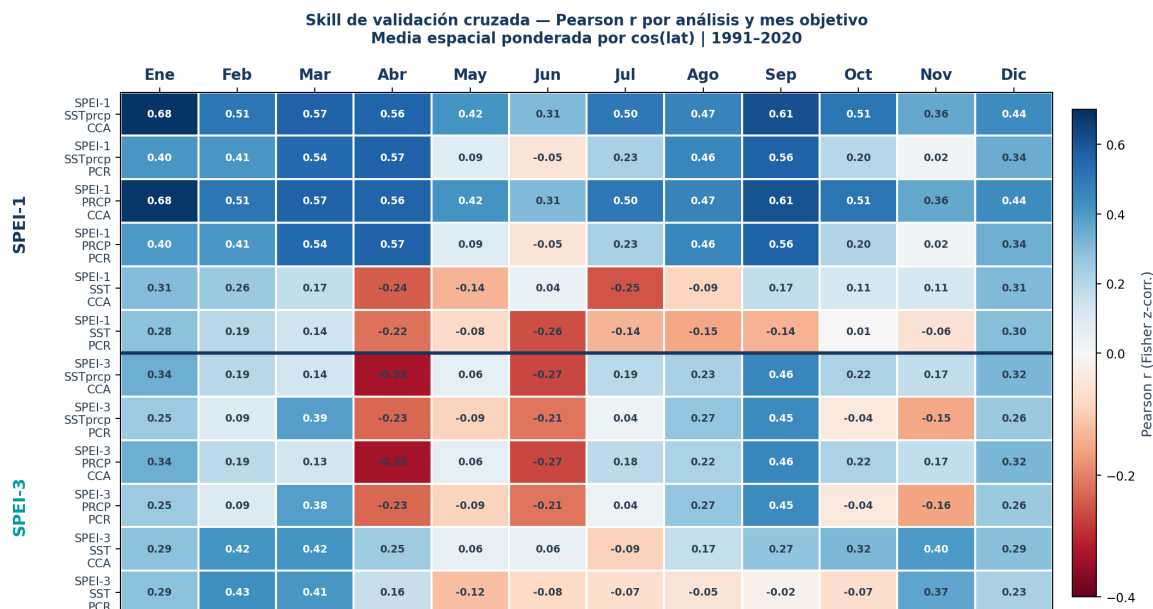


Figura 2. Habilidad por configuración y mes (validación cruzada SEAS5, Pearson r). Filas: 12 configuraciones (SPEI-1 arriba, SPEI-3 abajo). Columnas: mes de inicialización.

De esta distribución emergen cuatro regularidades claras:

- El **SPEI-1 es sistemáticamente más predecible** que el SPEI-3, en todos los meses.
- **CCA supera a PCR** en la mayoría de los casos.
- Para el SPEI-1, la **precipitación domina** como predictor; para el SPEI-3, la TSM se vuelve más competitiva.

- Los meses de **abril a junio muestran habilidad débil**, sobre todo para el SPEI-3, por la barrera de predicibilidad de primavera del ENOS.

4. Configuración operacional por mes

La validación cruzada orienta, pero la **selección operacional se define con la verificación independiente (PFV 2021–2025)**. El criterio es el **Índice de Habilidad de Ignorancia para la categoría seca (IGN skill score)**: una métrica estricta que premia los pronósticos probabilísticos bien calibrados y penaliza la confianza mal ubicada, con foco en lo que más importa para alerta temprana —acertar la condición seca. La Figura 3 muestra la configuración ganadora por mes para cada escala.

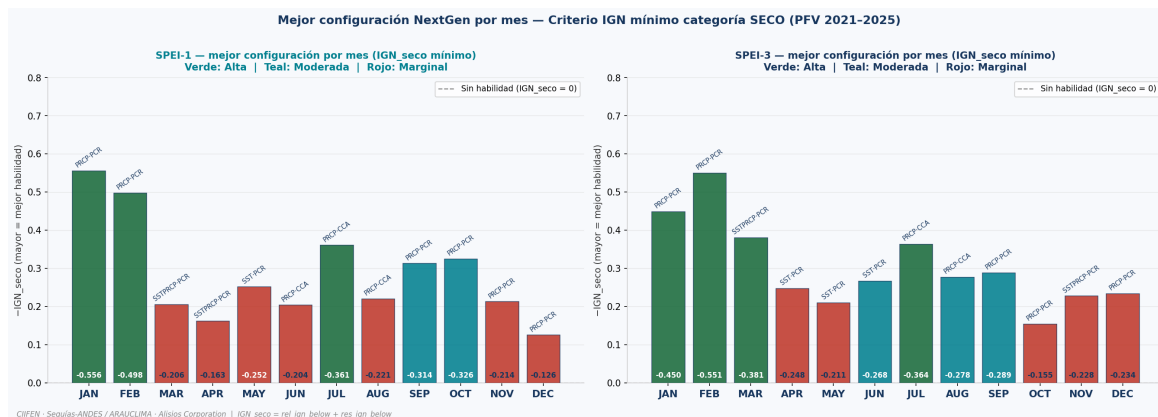


Figura 3. Configuración seleccionada por mes según el Índice de Habilidad de Ignorancia para la categoría seca (PFV 2021–2025), para SPEI-1 y SPEI-3.

La Tabla 1 lista la configuración operacional resultante. Es la que el sistema lee automáticamente en cada corrida mensual.

Mes	SPEI-1	SPEI-3
Enero	PRCP_CCA	SSTPRCP_CCA
Febrero	PRCP_CCA	SSTPRCP_CCA
Marzo	PRCP_CCA	PRCP_PCR
Abril	PRCP_CCA	SST_PCR
Mayo	SSTPRCP_CCA	PRCP_CCA
Junio	SST_PCR	SST_CCA
Julio	SST_PCR	PRCP_CCA
Agosto	SST_CCA	SSTPRCP_PCR
Septiembre	SST_PCR	PRCP_PCR
Octubre	SSTPRCP_CCA	PRCP_PCR
Noviembre	PRCP_PCR	PRCP_PCR
Diciembre	SST_PCR	PRCP_PCR

Tabla 1. Configuración operacional por mes de inicialización y escala (criterio IGN skill score, PFV 2021–2025).

Una advertencia honesta de interpretación

La configuración elegida es siempre la de mayor habilidad disponible para ese mes, pero en algunos meses ninguna configuración supera claramente a la climatología. Esto es



esperable —la sequía no es igualmente predecible todo el año— y las cifras deben leerse como orientación, no como certeza absoluta, debido al número de años usados. La habilidad mejorará a medida que se acumulen años operacionales.

El sistema opera de forma automatizada en el servidor de CIIFEN desde junio de 2026, ejecutándose el día 15 de cada mes —cuando el pronóstico SEAS5 ya está disponible— y publicando sus productos en <https://crc-osa.ciifen.org/spei/>. La documentación técnica completa está disponible como material complementario del proyecto.